



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

CICLOS MASTICATORIOS EN PACIENTES CON  
OCLUSIÓN NORMAL.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

MARÍA DEL CARMEN ARREGUÍN MARTÍNEZ

TUTOR: DR.FRANCISCO JAVIER MARICHI RODRIGUEZ

ASESOR: C.D. NICOLÁS PACHECO GUERRERO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*GRACIAS A DIOS POR QUE ME PERMITIO TERMINAR ESTA CARRERA.*

*GRACIAS A MI QUERIDA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO POR PERMITIRME ESTAR AQUÍ Y ENSEÑARME QUE UN SECRETO DE LA FELICIDAD NO ES SIEMPRE LO QUE SE QUIERE, SINO QUERER SIEMPRE LO QUE SE HACE.....*

*ORGULLOSAMENTE PUMA*

*GRACIAS A MIS PADRES Y HERMANOS POR TU SU APOYO.  
GRACIAS A LA DOCTORA FABIOLA TRUJILLO POR SU DEDICACION,  
TIEMPO Y SOBRE TODO PACIENCIA.*

*GRACIAS AL DOC MARICHI POR TU DEDICACIÓN Y TIEMPO.  
GRACIAS AL LABORATORIO DE MATERIALES DENTALES POR EL TIEMPO  
DEDICADO.*

*GRACIAS A LA DOCTORA ANA MARIA WINTERGERST LAVÍN POR SU  
APOYO, DEDICACIÓN PACIENCIA Y COMPARTIRME SUS  
CONOCIMIENTOS.*

*GRACIAS A LA FAMILIA RAMIREZ POR TODO SU APOYO, POR SU  
DEDICACIÓN, POR ABRIRME UN ESPACIO EN SU VIDA.  
GRACIAS A MARCO POR SU AMOR DEDICACIÓN, APOYO,  
COMPRESIÓN,  
TE AMO .*

*GRACIAS A TODOS MIS AMIGOS POR QUE UN HERMANO PUEDE SER UN  
AMIGO, PERO UN AMIGO SERA SIEMPRE UN HERMANO: KAREN,  
ELIZABETH PECHeco, ELIZABETH SERRANO, NANCY, EDUARDO.*

*MUCHAS GRACIAS POR CADA UNA DE LAS PERSONAS QUE ME DIERÓN  
LA OPORTUNIDAD DE CRECER Y TERMINAR UN CICLO MUY IMPORTANTE  
EN MI VIDA.*

Tu espíritu es el plumero de cualquier tela de araña detrás  
de cada línea de llegada hay una partida detrás de cada  
logro, hay un desafío.

Mientras estés vivo, siéntete vivo.

Si extrañas lo que hacías vuelve hacerlo.

No vivas de fotos amarillas.....

Sigue aunque todos esperen que abandones

No dejes que se oxide el hierro que hay en ti

Haz que en vez de lastima, te tengan respeto

Cuando por los años no puedas correr trota,

Cuando no puedas trotar camina,

Cuando no puedas caminar, usa el bastón

¡Pero nunca te detengas!

MADRE TERESA DE CALCUTA

---

---

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
4. JUSTIFICACIÓN	14
5. OBJETIVOS	15
5.1 GENERAL	15
5.2 ESPECÍFICOS	15
6. METODOLOGÍA	15
6.1 MATERIAL Y MÉTODOS	15
6.2 TIPO DE ESTUDIO	15
6.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO Y MUESTRA	15
6.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	15
6.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	16
6.6 VARIABLES DE ESTUDIO	24
6.7 ASPECTOS ÉTICOS	26
6.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
7. RECURSOS	27
7.1 HUMANOS	27
7.2 MATERIALES	27
7.3 FINANCIEROS	28
8. RESULTADOS	29
9. DISCUSIÓN	45
10. CONCLUSIÓN	46
11. FUENTES DE INFORMACIÓN	47
12. ANEXO	52

---

---

## INTRODUCCIÓN

Los ciclos masticatorios son la unidad funcional de la masticación. El estudio de ellos es muy importante ya que en términos generales la meta de la odontología consiste en el mantenimiento y/o restauración del aparato estomatognático cuya función más importante es la masticación. Durante ella los alimentos son fracturados exponiendo más superficie, y también son mezclados con saliva y lubricados para formar el bolo alimenticio que es deglutido.

Antes de la erupción dentaria, los movimientos mandibulares están gobernados por reflejos innatos de succión y amamantamiento, con la participación activa de los tejidos tales como la lengua el paladar, y la musculatura de la expresión facial. Con la erupción de los dientes se establecen los primeros contactos dentarios, regulados principalmente por receptores periodontales y con el desarrollo progresivo de las articulaciones temporomandibulares.

De esta manera, desde la formación del sistema estomatognático, el desarrollo y maduración están avocados hacia la formación de un sistema masticatorio que tenga la capacidad de constituirse en el medio a través del cual los alimentos sean seleccionados y triturados de modo óptimo para ser expuestos al resto del sistema digestivo.

Se estudian varios aspectos de los ciclos masticatorios. Uno de ellos es el desempeño masticatorio que consiste en la evaluación del grado de fragmentación de los alimentos. Esta evaluación a pesar de que puede ser realizada con alimentos naturales se estudia actualmente de preferencia con alimentos prueba artificial en un determinado número de golpes masticatorios. Uno de ellos es la silicona por condensación.

Este estudio piloto con diez adultos jóvenes se plantea como un acercamiento para comenzar a estudiar la función masticatoria en individuos con diferente condición dental. Los datos obtenidos permitirán el cálculo del tamaño de muestra y las variables a utilizar en estudios posteriores.

## ANTECEDENTES

El proceso de la masticación consiste en la trituración y lubricación de los alimentos con saliva por el sistema masticatorio, para formar el bolo alimenticio. Su principal objetivo, en el sentido más amplio es el mecánico, a través del cual, el alimento es transformado a un estado de inminente deglución. La preparación óptima de los alimentos favorece una adecuada digestión, la cual es un proceso fundamentalmente químico.

Una secuencia de masticación de un bolo desde que se introduce en la boca consiste típicamente en incisión, trituración (o masticación propiamente dicha) y conformación del bolo. La masticación se integra por ciclos masticatorios. Cada ciclo masticatorio es un movimiento tridimensional resultante de la conjunción de movimientos de apertura, cierre y lateralidad, protrusión y retrusión.<sup>(1)</sup>

El movimiento masticatorio de la mandíbula durante un ciclo completo en una vista frontal tiene un patrón que se describe como un movimiento en forma de lágrima (Figura 1). Puede dividirse en fase de apertura y fase de cierre. El movimiento de cierre a su vez, puede subdividirse en fase de aplastamiento y fase de trituración.

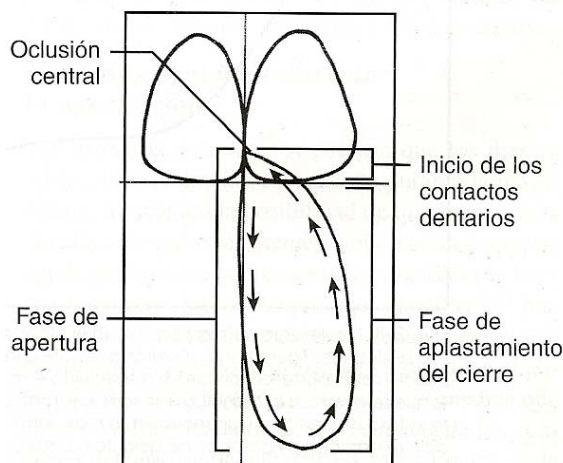


Figura 1. Imagen frontal del movimiento de masticación. (Tomada de Okeson Oclusión y trastornos temporomandibulares 2003).

---

En un ciclo de la masticación el acercamiento del contacto dental parece ser relativamente reproducible y basado en una respuesta que ha sido aprendida y programada por movimientos repetitivos; tal aprendizaje se realiza rápidamente pero el patrón de acercamiento puede cambiar en base a la retroalimentación periférica para explicar los cambios en la oclusión, ATM, y el sistema neuromuscular, como puede ocurrir con nuevas restauraciones o disfunción. Así mismo los movimientos mandibulares son modulados por la información sensorial que viene de los alimentos <sup>(2,3,4)</sup>. Cada ciclo de masticación dura alrededor de 700 milésimas de segundo y el contacto dura alrededor de 200 milésimas de segundo <sup>(6)</sup>.

Se han identificado dos tipos de contactos:

- ✓ Deslizantes: que se dan cuando los planos inclinados de las cúspides pasan unos sobre otros en las fases de apertura y cierre de la masticación.
- ✓ Simples: que se llevan a cabo en la posición intercuspídea máxima.

El promedio del tiempo de contacto dentario durante la masticación es de 194 ms. Parece que estos contactos influyen o incluso determinan la fase inicial de apertura y la final de trituración del movimiento de trituración.

Las cúspides altas y las fosas profundas fomentan un movimiento de masticación predominantemente vertical, mientras que los dientes aplanados o desgastados fomentan un movimiento de masticación más amplio.

Cuando se comparan los movimientos de masticación de personas normales con los individuos con dolor en la ATM, pueden observarse notables diferencias; estos movimientos son mucho más cortos y más lentos, y tienen un trayecto irregular. Estos trayectos más lentos, irregulares, pero repetibles, parecen estar en relación con la alteración del movimiento funcional del cóndilo alrededor del cual se centra el dolor (Figura 2).



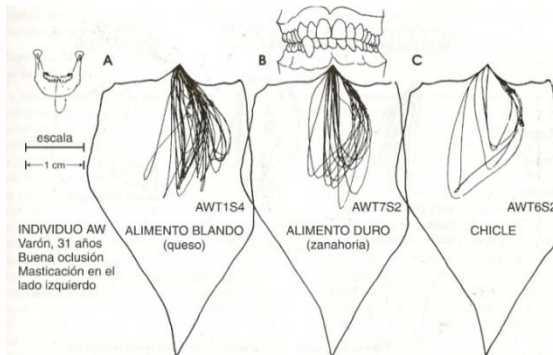


Figura 2. Movimiento de masticación. La masticación de una zanahoria (B, alimento duro) parece crear un movimiento más amplio que la masticación de queso (A, alimento blando). La masticación de chicle (C), produce un movimiento de masticación más amplio y ancho (Tomada de Okeson oclusión y afecciones temporomandibulares 2003).

## MASTICACIÓN BILATERAL

La masticación multidireccional, altamente, bilateral, es ideal para la estimulación de todas las estructuras de soporte. Y la estabilidad de la oclusión. Numerosos estudios de electromiografía muestran que la función bilateral se asume en cualquier momento que se da una relación oclusal conveniente, irrestricta, bilateral con igual guía cuspídea bilateral y capacidad funcional <sup>(1)</sup>. La masticación alternamente, bilateral es ideal para la estimulación de todas las estructuras de soporte, estabilidad de la oclusión y la limpieza de los dientes. Estudios clínicos y electromiográficos combinados muestran que la función bilateral se asume en cualquier momento que se da una relación oclusión conveniente. <sup>(6)</sup>

---

---

## MASTICACIÓN UNILATERAL

Los patrones de preferencia unilaterales son el resultado de la adaptación a contactos oclusales que estorban o dificultan los movimientos suaves y armónicos con los dientes en contacto, estos se presentan en personas acostumbradas a alimentos blandos. El patrón de masticación unilateral restringido también puede ser resultado de una acción protectora de los músculos mandibulares en pacientes con trastornos de la articulación temporomandibular. <sup>(6)</sup>

## HÁBITOS MASTICATORIOS

La secuencia y distribución de las actividades de los músculos mandibulares durante la masticación normalmente dependen del tipo de alimento que se mastica y del patrón masticatorio habitual del individuo. Durante la masticación de alimentos duros como la zanahoria, existe intensa acción del músculo masetero en ambos lados que coincide con la acción del temporal. Conforme la zanahoria se reduce de tamaño, la masticación se altera bilateralmente. <sup>(6)</sup>

El espectro de masticación está gobernado por la textura del alimento. El alimento blando se mastica con unos límites de movimiento más lentos que el alimento duro <sup>(7)</sup> . La velocidad durante el movimiento mandíbular durante la masticación varía de un individuo a otro y en las diferentes fases del ciclo masticatorio <sup>(8)</sup> . Pero el número promedio de movimientos es razonablemente constante para el mismo individuo sin importar el estado de oclusión; así si la dentición no es muy defectuosa, el desempeño masticatorio no suele ser mayor si se incrementa el tiempo permitido a la masticación. <sup>(6)</sup>

## FUERZAS DE MASTICACIÓN

Se observa que los varones pueden morder con más fuerza que las mujeres. En un estudio se indicó que la carga de mordida máxima de la mujer oscilaba entre 35.8 y 44.9, mientras que la del varón era de 53.6 a 64.4 kg. La fuerza de mordida máxima más alta que se ha descrito es de 443 kg (Figura 3).<sup>(1)</sup>

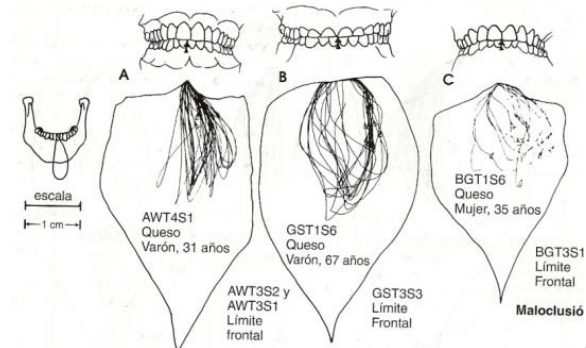


Figura 3. Límite y movimientos de masticación con el lado izquierdo en funcionamiento. El estado de oclusión tiene un notable efecto en el movimiento de la masticación. A, Buena oclusión. B, Oclusión con desgaste (bruxismo). C, Maloclusión (Tomada del Okeson oclusión y afecciones temporomandibulares 2003).

También se ha señalado que la cantidad máxima de fuerza aplicada a un molar suele ser varias veces la que pueda aplicarse en un incisivo. La fuerza máxima aplicada en un primer molar fue de 41.3 a 89.8 kg, mientras que la aplicada a los incisivos centrales fue de 13.2 a 23.1 kg.<sup>(1)</sup>

## EFFECTO DE LA PÉRDIDA DE LOS DIENTES

En la actualidad se sabe que la pérdida de los dientes conduce inevitablemente a la atrofia del hueso alveolar y consecutivamente a una alteración progresiva de todo el esqueleto facial y de la musculatura asociada, pudiendo sobrevenir la enfermedad de la articulación temporomandibular.

---

La pérdida de los dientes puede presentar un déficit en la masticación que es la primera etapa de la digestión. Sí cualitativamente se reduce el número de dientes, esto produce distintos grados de incapacidad al masticar, tanto por fuerzas físicas (reducción, alteraciones de superficie masticatoria), como también por efecto de síntomas asociados a la pérdida de dientes como dolor e infección. <sup>(6)</sup>

Existen diferentes formas de evaluar la función masticatoria. Dos de la más comúnmente estudiados son la cinemática del ciclo masticatorio y el desempeño masticatorio.

La cinemática es el estudio del movimiento del cuerpo o de un seguimiento de un cuerpo sin referencia a las fuerzas que actúan sobre el sistema. En el caso de la cinemática del ciclo masticatorio se estudia la duración total de un ciclo, de las diferentes fases del ciclo la excursión, velocidad y aceleración de la mandíbula en los planos vertical, lateral y anteroposterior así como la forma o trayectoria del acto. Existen diferentes medios para estudiar los movimientos mandibulares. Los más sencillos son la observación visual o la utilización de cámaras de video. Actualmente existen diodos emisores de luz para registrar los movimientos de todos los ciclos o se pueden seleccionar algunos <sup>(10)</sup>. Generalmente se analizan los ciclos con sujetos masticando diferentes alimentos de prueba.

Una de las formas de estudiar el potencial masticatorio es a través del desempeño masticatorio el cual se define como el grado de trituración de un alimento de prueba, natural o artificial, en un predeterminado número de golpes o ciclos masticatorios <sup>(11)</sup>. El término de eficiencia se encuentra en función del número de ciclos masticatorios adicionales que un sujeto, que haya perdido la integridad de su sistema masticatorio, requiere para lograr un rendimiento normal.

El desempeño a su vez puede evaluarse de dos formas:

La subjetiva que consiste en cuestionarios dirigidos a indagar sobre la percepción de un individuo en relación a su capacidad masticatoria e incluye

preguntas acerca de si se puede o no masticar determinados alimentos y la objetiva en la que se evalúa el efecto de la masticación sobre algún alimento.

El desempeño masticatorio objetivo ha sido definido por el porcentaje en peso del alimento masticado que puede pasar a través de un tamiz de apertura fija y puede expresarse como una función logarítmica de su apertura o del tamaño de la partícula. De manera que al aumentar el número de golpes masticatorios, aumenta el número de partículas a la vez que disminuyen su tamaño. Otros diferentes métodos para determinar el desempeño masticatorio son: medición de pérdida de azúcar de una goma de mascar <sup>(12)</sup>, método colorimétrico y fotométrico para medir descarga y cambios de color respectivamente <sup>(13,14,15)</sup>.

Sin embargo otros autores se han dado a la tarea de investigar sobre el desempeño de los alimentos con alimentos artificiales, éstos deben de ser semejantes a los alimentos reales, no deben de absorber agua, no disolverse en saliva y deben de tener sabor agradable. Además del chicle el alimento sintético más utilizado ha sido el hule de silicona y entre estos tal vez la silicona por condensación.

El Optosil® (material de impresión tipo silicona de condensación) se ha convertido en el material estándar para la evaluación del desempeño masticatorio <sup>(16)</sup>. A diferencia de los alimentos naturales que incrementan la variabilidad y el error, el Optosil® no se disuelve o expande por la saliva, no se rompe a través de líneas de fractura predeterminadas, no es pegajoso y sus características físicas se pueden estandarizar. Después de que el alimento es masticado se analiza el número de partículas, la superficie o área producida por la masticación el tamaño de las partículas y su distribución. Para realizar este análisis se puede realizar scanning óptico de las partículas <sup>(17)</sup> o el método de tamizado, el cual ha sido utilizado en la mayoría de las investigaciones, tanto con alimento artificial como con natural.

Como se mencionó anteriormente los movimientos masticatorios son modulados entre otras cosas por las características de los alimentos, un bolo

---

tiene características internas o externas. Las externas consisten en las superficiales del bolo (por ejemplo la forma y tamaño de las partículas), la rugosidad y el volumen total que son percibidos por la lengua, la mucosa, musculatura bucal, la piel y el paladar.

El tamaño del bolo es determinante ya que el grado de pulverización de los alimentos, dependerá de una dentición adecuada. En un estudio se demostró que a mayor tamaño del bolo, la excursión total de la mandíbula se incrementa <sup>(4)</sup>. Se acepta en general que un bolo pequeño es adecuado para este tipo de estudios <sup>(19)</sup> determinaron 3g es apropiado para el estudio.

Prinz sugiere que en el caso de goma de mascar 1.9g es conveniente ya que puede ser mezclado como una sola unidad mientras que los tamaños más grandes del bolo requieren de procesamiento en dos porciones distintas. La porción óptima de Optosil® por proporcionar un tamaño medio de las partículas más pequeño, un índice más bajo de amplitud de distribución de las partículas y menor variabilidad es de 2g <sup>(20)</sup>.

Las características internas del bolo incluye propiedades como elasticidad, plasticidad, dureza, fragilidad, textura y consistencia; estos son percibidos principalmente por el periodonto. Dureza es un término que es impreciso e incorpora las propiedades internas de los alimentos tales como la fragilidad dureza, la elasticidad y la plasticidad. La relación entre el bolo y sus propiedades proporciona una base para comprender el control de la masticación <sup>(19)</sup>. La dureza del bolo introduce una variación en la cinemática de la masticación e influye en el desempeño <sup>(21)</sup>.

En este tipo de estudios se han utilizado alimentos como las avellanas nueces, almendras, papa, manzana, zanahoria, pan, ralladura de coco, carne, maíz y gelatina. En un estudio en particular se utilizaron cacahuates salados, coco rallado y pasitas <sup>(19)</sup>. Se encontró que el 80% del peso de los cacahuates podrían ser recuperados mientras que la pérdida de coco rallado fue del 40%. El contenido de humedad en las zanahorias y las pasitas es grande ( más del 90% del peso original se pierde ) y se llegó a la conclusión

---

de que estos alimentos no son adecuados para este tipo de estudio. Además los alimentos naturales son muy susceptibles a variaciones según la estación, el medio geográfico y propiedades físicas <sup>(11)</sup>. El Optosil, una silicona por condensación material de impresión, se ha convertido en el alimento aprueba de elección <sup>(22,23,24,25,26)</sup>.

La mayoría de los estudios sobre el desempeño masticatorio han utilizando sólo un tamiz <sup>(26,27,28,29,30,31)</sup> dos <sup>(32,33,34)</sup> o tres <sup>(35)</sup> tamices, lo que limita la capacidad del método para discernir las diferencias. Es más importante, utilizando métodos tan sólo unos tamices puede conducir a resultados erróneos <sup>(18)</sup>.

La posibilidad de dimorfismo sexual en el rendimiento masticatorio sigue siendo controvertida. Shiere y Manly <sup>(29)</sup> no encontró diferencias por sexo en el rendimiento entre niños y niñas de edades 12-14 años. Helkimo y compañeros de trabajo <sup>(33)</sup>, con almendras y dos tamices, no encontraron importantes diferencias por sexo en el desempeño en una gran muestra de 139 adultos. Sobre la base de una muestra de 13 hombres y 7 mujeres. Yurkstas y Manly <sup>(26)</sup> informaron de pequeñas pero importantes diferencias por sexo en el rendimiento. Recientemente, Wilding y Lewin <sup>(47)</sup> demostraron una significativa, 0,3 (mm) diferencia en la mediana del tamaño de las partículas con Optosil entre hombres y mujeres. La mediana del tamaño de las partículas para los hombres en esa muestra fue de aprox. 0,9 mm menor que para las mujeres; las diferencias entre hombres y mujeres fueron casi tan grandes como las diferencias entre las mujeres y las niñas.

---

---

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Siendo la masticación una función tan importante para los seres humanos aún se desconoce mucho acerca de esta función. Se ha investigado sobre el control nervioso de la masticación, sobre la cinemática del ciclo masticatorio, sobre los cambios electromiográficos durante los movimientos masticatorios y sobre diferentes factores que influyen en la capacidad de trituración de las personas como la falta de dientes, maloclusión o problemas de la articulación. Sin embargo, falta mucho por comprender e integrar. Generalmente en este tipo de estudios se les pide a los sujetos de estudio que mastiquen ya sea un alimento natural o un sintético. Es importante estandarizar el método de estudio para poder comparar los resultados. Con tal fin se propone este estudio piloto para poder entender un poco más los ciclos masticatorios y su resultado al masticar un alimento sintético (Optosil®) en secuencias de 20 ciclos o hasta el umbral de la masticación.

## JUSTIFICACIÓN

El poder realizar este estudio nos permitirá tener información sobre desempeño masticatorio en relación al tamaño medio de las partículas y amplitud de distribución de las partículas al masticar un alimento sintético (Optosil®) en secuencias de 20 ciclos o hasta el umbral de la masticación. Esta información nos permitirá tener datos de base para poder planear otros estudios empleando este material como alimento prueba y orientarnos a decidir si se utilizará una secuencia al umbral o a los 20 ciclos y el número de sujetos que se requieren. También nos proporcionará información inicial sobre la duración de los ciclos y el número de ciclos que se requieren para llegar al umbral.



---

---

## OBJETIVO GENERAL

- El objetivo de este estudio es el de tener información sobre desempeño masticatorio en sujetos jóvenes con una oclusión normal al utilizar (Optosil®) en secuencias de 20 ciclos o hasta el umbral de la masticación.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Obtener información sobre tamaño medio de partículas al masticar (Optosil®) en secuencias de 20 ciclos o hasta el umbral de la masticación.
- 2- Obtener información sobre amplitud de partículas al masticar (Optosil®) en secuencias de 20 ciclos o hasta el umbral de la masticación.
- 3.- Obtener información sobre la duración del ciclo masticatorio al masticar (Optosil®) en secuencias de 20 ciclos o hasta el umbral de la masticación.
- 4- Obtener información sobre el número de ciclos requeridos para llegar al umbral al masticar (Optosil®).

## METODOLOGÍA

### Materiales y Métodos

TIPO DE ESTUDIO: Transversal descriptivo piloto

POBLACIÓN DE ESTUDIO Y MUESTRA. La muestra fue por conveniencia y consistió de 10 sujetos, 5 del sexo femenino y 5 del sexo masculino.

Criterios de inclusión

1. Sujetos de ambos sexos de entre 18 y 25 años de edad.
2. Con todos los dientes permanentes pudiendo estar los terceros molares ausentes o presentes
3. Relación molar Clase I con menos de 3 mm de apiñamiento o sobremordida horizontal y una sobremordida vertical de menos de 1/3 de los incisivos inferiores.

---

Criterios de exclusión.

1. Signos o síntomas de disfunción temporomandibular.
2. Tratamiento previo de ortodoncia o de cirugía maxilofacial u ortognática.
3. Dientes con restauraciones extensas (más de 2/3 de su cara oclusal).

Evaluación del tamaño medio de las partículas (TMP) y amplitud de la distribución de las partículas (ADP).

El alimento artificial para la evaluación del desempeño masticatorio se elaboró de acuerdo a un protocolo estandarizado <sup>(20,36)</sup>. En resumen, el Optosil® se preparó siguiendo las instrucciones del fabricante (Figura 4) para obtener tabletas de 5 mm de grosor y 20 mm de diámetro (Figura 5 y 6). La dureza de cada tableta se midió después de un tiempo de endurecimiento de cuando menos una hora con un durómetro modelo 306L tipo A (Figura 7). Las tabletas con la dureza adecuada fueron cortadas en cuartos (Figura 8 y 9). Para cada individuo se empacaron en bolsas ziploc cinco porciones de tres cuartos de tableta (15 cuartos en total). El sujeto recibió instrucciones de masticar tres cuartos de tableta durante 20 ciclos masticatorios. El investigador contó el número de ciclos y cronometró la duración de la secuencia de 20 ciclos. Estos datos fueron colocados en un registro especial (Anexo). Al finalizar el 20avo ciclo se les pidió a los individuos escupían la muestra a un filtro plástico y que se enjuagaron con agua hasta que todas las partículas sean eliminadas de la cavidad oral (Figura 10 y 11). El producto de estos enjuagues también será recolectado. Este procedimiento se repitió hasta que aproximadamente 10 gramos de Optosil® hubieran sido masticados y escupidos en el filtro permitiendo descansos entre las pruebas. La duración de cada ciclo fue calculado como la duración total de las cinco

pruebas (excluyendo periodos de descanso) dividido por 100 (5 veces por 20 ciclos cada uno).



Figura 4. Preparación del silicón por condensación siguiendo las instrucciones del fabricante.

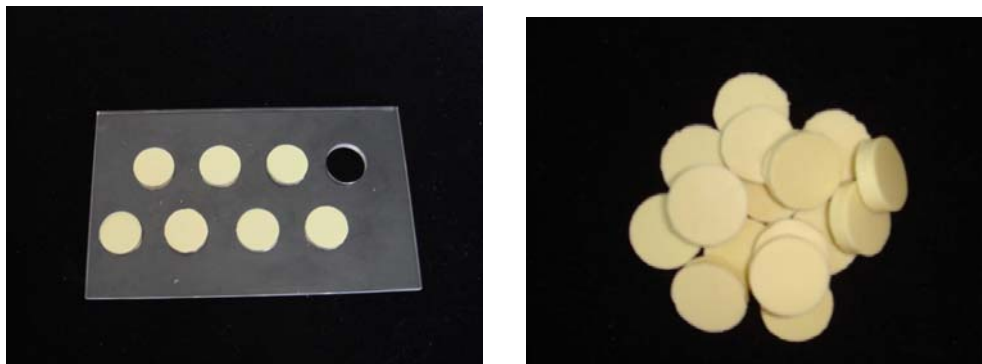


Figura 5 y 6. Se colocó la silicona en un molde de 5mm de grosor y 20 mm de diámetro y se retiraron después de 1 hora.



Figura 7 Se midió la dureza con un durómetro modelo 306L.

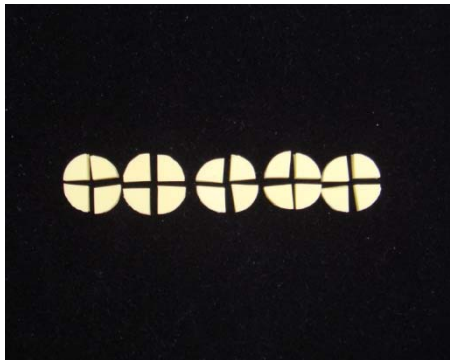


Figura 8 y 9 divididas en 4 partes y solo se tomó  $\frac{3}{4}$  partes de cada tableta.



Figura 10 y 11. Sujeto masticando  $\frac{15}{4}$  divididos en  $\frac{3}{4}$  en 5 secuencias al umbral.

Este procedimiento se realizó también para evaluar el tamaño medio de las partículas y amplitud de la distribución de las partículas en el umbral de deglución. El procedimiento es el mismo con la excepción de que en lugar de indicárseles detenerse y escupir después de 20 ciclos se les pidió que escupieran justo antes de sentir que deglutirían el alimento. Primero se realizó la prueba al umbral y seguido de esta la secuencia de los 20 ciclos.

Las partículas junto con el filtro de papel fueron secadas dejando que se evaporara el agua en un cuarto cerrado. (Figura 12) Las partículas fueron separadas por 7 tamices con aperturas de 5.6 mm, 4.0 mm, 2.8 mm, 2.0 mm, 0.85 mm, 0.425 mm y 0.25 mm sobre un vibrador dental durante dos minutos (Figura 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19,20, 21). Una vez que la muestra fué separada el contenido de cada tamiz fue pesado en una báscula con precisión de 0.01gramos. Se calcularon los porcentajes de peso acumulado (definidos como la cantidad de partículas que pueden pasar a través de cada tamiz) (Figuras 22, 23,24, 25, 26, 27, 28, 29,30). En base a estos porcentajes se calculó el tamaño medio de las partículas (medida de tendencia central) y la amplitud de la distribución de las partículas utilizando la ecuación de Rosin-Rammler <sup>(22, 25,37)</sup> para cada individuo.

$$Q_w = 100 [1 - 2^{-(x/x_{50})^b}]$$

Donde  $Q_w$  es el porcentaje de peso de las partículas con un diámetro más pequeño que  $x$  (la máxima apertura de tamiz). El tamaño medio de las partículas ( $x_{50}$ ) es la apertura del tamiz teórico a través de la cual pasa el 50% del peso y “ $b$ ” es una medida sin unidad que describe la amplitud de la distribución de las partículas (similar al rango). Los valores de “ $b$ ” aumentados corresponden a curvas del porcentaje de peso acumulado con pendientes más inclinadas y por lo tanto distribuciones de las partículas menos amplias.

La determinación del tamaño medio y amplitud de distribución de partículas se realizó en para la secuencia al umbral y a 20 ciclos.

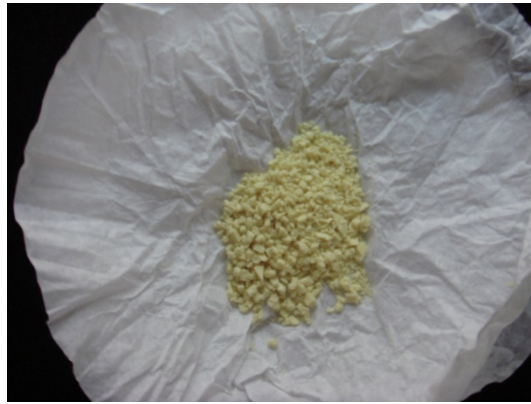


Figura 12. Partículas ya secadas el filtro.



Figura 13 y14. Tamices de 5.6mm, 4.0 mm, 2.8 mm, 2.0 mm, 0.85 mm, 0.425 mm y 0.25 mm.

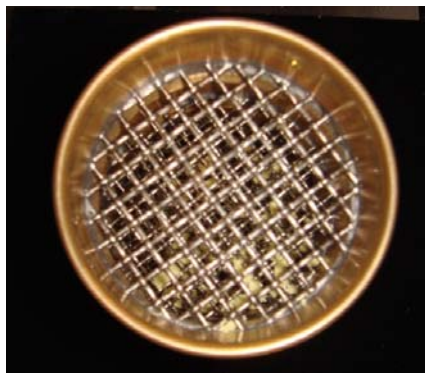


Figura 15. Separación de las partículas dos minutos después.

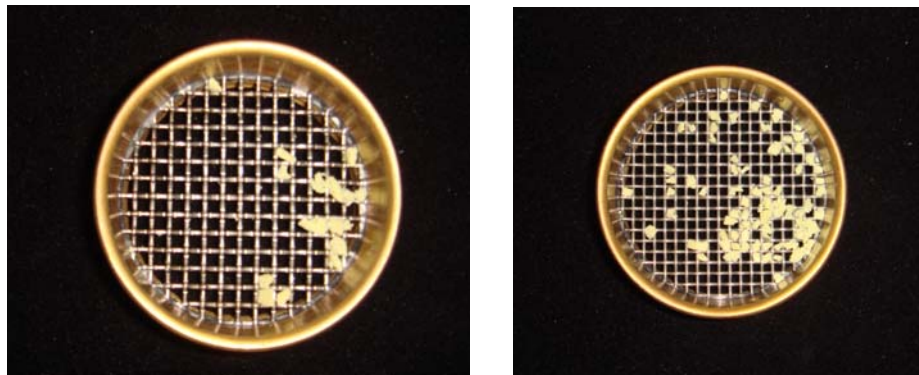


Figura 16 y 17. Separación de las partículas en el tamiz 5.6 y 4.0



Figura 18. Separación de las partículas 2.8 y 2.0

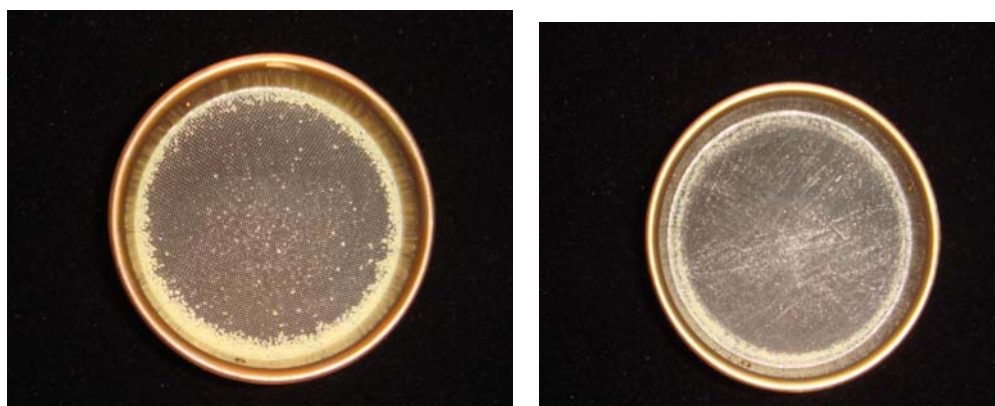


Figura 19 y 20. Separación de las partículas de los tamices 0.85 y 0.425.

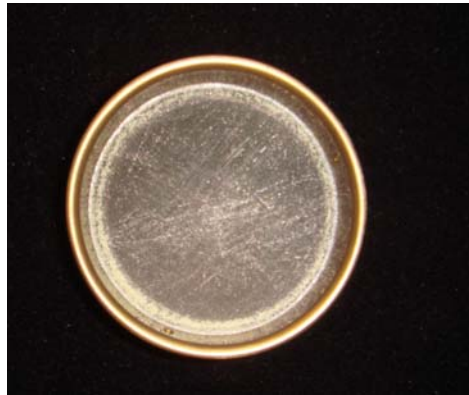


Figura 21. Separación de las partículas en el de último tamiz 0.25.

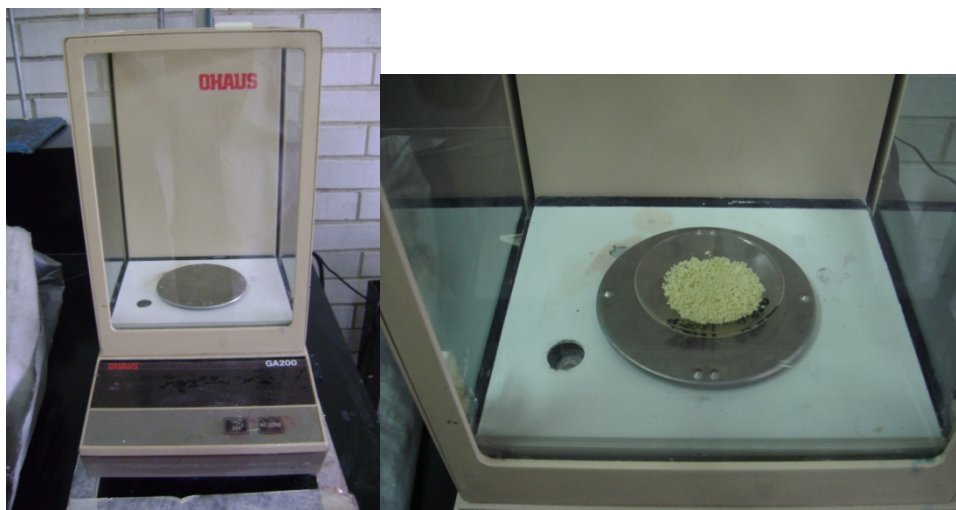


Figura 22 y 23. Medición del peso de las partículas en una báscula de precisión





Figuras 24, 25, 26, 27, 28, 29,30. Medición del peso de las partículas de los diferentes tamices 5.6,4.0,2.8,2.0,0.85 y 0.25.

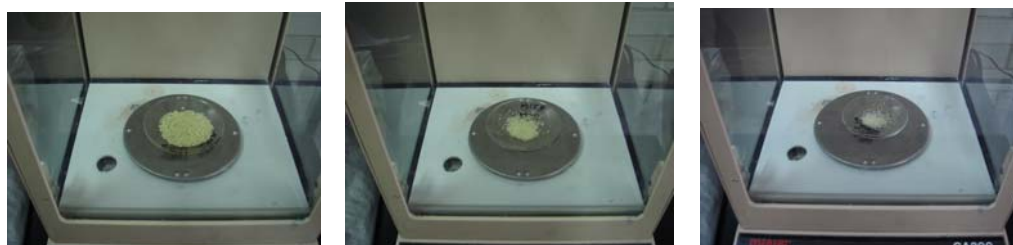


Figura 30. Medición de las partículas del tamiz 0.25.

## VARIABLES DE ESTUDIO.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
Sexo	Género del sujeto de acuerdo a lo observado por el examinador	Sexo masculino o femenino del sujeto de estudio de acuerdo a lo observado por el investigador.
Edad	Número de años cumplidos que tiene el sujeto.	Número de años cumplidos referidos por el sujeto al interrogatorio.
Tamaño medio de las partículas (TMP)	Tamaño medio de las partículas de Optosil® al umbral de la deglución o en la secuencia de 20 ciclos.	Apertura del tamiz teórico a través del cual pasa el 50% del peso del material masticado hasta antes del momento justo en que va a ser deglutido o después de 20 ciclos masticatorios, determinado por la ecuación de Rosin-Rammler.
Amplitud de la distribución de la partícula (ADP)	Valor que representa la distribución de las partículas en los diferentes tamices al umbral de la deglución o en la secuencia de 20 ciclos.	Determinado por la ecuación de Rosin-Rammler $Q_w = 100 [1 - 2^{-(x/x_0)^b}]$ en donde "b" es una medida sin unidad que describe la amplitud de la distribución de las partículas (similar al rango). Los valores de "b" aumentados corresponden a curvas del porcentaje de peso acumulado con pendientes más inclinadas y por lo tanto distribuciones de las partículas menos amplias.

Número de ciclos al umbral de la deglución	Número de ciclos requeridos por el sujeto para preparar el material para ser deglutido.	Número de ciclos masticatorios contados por el investigador, que el sujeto requiere desde que introduce el material a la boca hasta el momento en que indica que ya se lo deglutiría.
Duración total de la secuencia	Tiempo requerido por el sujeto para preparar el material hasta el momento de la deglución o después de 20 ciclos	Promedio (de las 5 secuencias) del tiempo requerido por el sujeto desde que se le indicó que comenzara a masticar hasta que él indicara que ya se lo deglutiría (medido con 1 cronómetro deportivo) o a los 20 ciclos masticatorios.
Duración de cada ciclo	Tiempo en el que se realiza un ciclo masticatorio entendiéndose como un ciclo desde la posición de máximo cierre (contacto dentario) hasta la siguiente posición de máximo cierre.	Duración de cada ciclo masticatorio calculado como la duración total de las 5 secuencias (excluyendo periodos de descanso) dividido entre la suma de los ciclos masticatorios contados durante las 5 secuencias al umbral de la deglución o dividido entre 100 (5 secuencias por 20 ciclos masticatorios cada uno). En las secuencias de 20 ciclos

---



---

## VARIABLES EN RESULTADOS

VARIABLE (ABREVIATURA)	NOMBRE COMPLETO	MEDIDA
Durtotalumb	Duración total al umbral	segundos
Durtot20cic	Duración total a los 20 ciclos	segundos
numcictotumb	Numero de ciclos total al umbral	milisegundos
Numcictolt20	Numero de ciclos total a los 20 ciclos	milisegundos
Durcicpromumbral	Duración del ciclo promedio al umbral	milisegundos
Durcicprom20cic	Duración del ciclo promedio a los 20 ciclos	milisegundos

## ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio se considera de riesgo mínimo y se les pidió el consentimiento informado a los sujetos en forma verbal. En el caso de aceptar participar se procedió a la toma de datos personales los cuales se mantendrán en forma anónima. Los sujetos tenían conocimiento de poder no continuar con su participación en cualquier momento en el caso de solicitarlo.

---

---

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis descriptivo del tamaño medio de la partícula y desempeño masticatorio tanto al umbral como a los 20 ciclos. También se realizó el análisis de la duración de los ciclos en ambas secuencias así como el número de ciclos al umbral. Por ser una muestra pequeña, las comparaciones se realizaron con pruebas no paramétricas. Entre hombres y mujeres se hicieron con la Prueba de Mann-Whitney y para la comparación entre la secuencia al umbral y a los 20 ciclos con la Prueba de Wilcoxon. El valor de “p” elegido para significancia fue de 0.05.

**RECURSOS HUMANOS.** Una tesista, un asesor y 10 sujetos de estudio.

### **MATERIALES.**

- Hojas para notas
- Abatelenguas
- Cubre bocas
- Guantes
- Báscula
- Silicona Optosil Comfort + Activador Universal Optosil® - Xantopren®
- Tabletas de silicón de 2.0 cm con una dureza entre 62-65 unidades Shore.
- Coladera de acero inoxidable.
- Recipiente de acero inoxidable.
- Agua Bonafont
- Bolsas de plástico.
- 7 tamices con aperturas de 5.6 mm, 4.0 mm, 2.8 mm, 2.0 mm, 0.85 mm, 0.425 mm y 0.25 mm.
- Vasos desechables
- Cronómetro

---

---

## FINANCIEROS

Hojas para notas	\$ 10.00
Abatelenguas	\$ 5.00
Cubre bocas	\$ 30.00
Guantes	\$ 55.00
Silicona silicona Optosil® Comfort + Activador Universal Optosil® - Xantopren®	\$ 450.00
Coladera de acero inoxidable	\$ 80.00
Recipiente de acero inoxidable	\$ 30.00
Agua Bonafond	\$ 35.00
Bolsas de plástico	\$ 35.00
7 vidrios de reloj	\$ 245.00
Vasos desechables	\$ 10.00
Cronómetro	\$ 250.00

---

---

## RESULTADOS

Este estudio piloto se realizó en 10 sujetos (5 mujeres y 5 hombres) con una edad promedio de 22.5 años (Tabla 1). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en relación a edad ( $p= 0.560$ ) (Tabla 2), ni en relación a la duración de los ciclos, de las secuencias o el número de ciclos requeridos para llegar al umbral (Tabla 3). Por lo tanto la comparación entre duración de la secuencia al umbral vs la de los 20 ciclos, número de ciclos requeridos para llegar al umbral vs los 100 ciclos de las secuencias de 20 ciclos, y la duración del ciclo al umbral y a los 20 ciclos se realizaron para los 10 sujetos en conjunto. Como puede observarse en la (Tabla 4) se encontraron diferencias para las primeras dos ( $p= 0.028$  y  $0.047$  respectivamente) pero no para la duración del ciclo masticatorio ( $p= 0.721$ ). Los resultados del análisis descriptivo para las variables relacionadas con la duración de las secuencias y los ciclos, así como para el número de ciclos requeridos para llegar al umbral se encuentran en la tabla 5. En esta tabla podemos observar que la secuencia a los 20 ciclos fue 25% menor en duración que la secuencia al umbral, y que el número de ciclos para llegar al umbral fue de 140 en las 5 secuencias (aproximadamente 28 por secuencia) vs los 100 ciclos de las 5 secuencias de 20 ciclos. La duración promedio del ciclo al masticar el alimento prueba artificial (Optosil®) fue de 809 milisegundos en las secuencias al umbral y de 861 milisegundos en las secuencias de 20 ciclos. La dureza de las tabletas (Tabla 6) del alimento prueba artificial (Optosil®) fue de 63.17 unidades Shore en la secuencia al umbral y de 63.19 unidades Shore en la secuencia a los 20 ciclos. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambas ( $p=0.906$ ) (Tabla 7).

El TMP al umbral fue de 1.61mm y a los 20 ciclos fue de 1.66. Por lo tanto el TMP al umbral fue solo 3% menor que a los 20 ciclos (Tabla 6). Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p=0.333$ ) (Tabla 7). La ADP al umbral fue de 2.19 y a los 20 ciclos fue de 2.10 (Tabla 6). Por lo tanto la

---

ADP fue 4% menor al umbral que a los 20 ciclos, considerando que un valor mayor de ADP nos indica una menor distribución. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p=0.386$ ) (Tabla 7).

El peso del alimento prueba (tabletas) para las 5 secuencias (15/4) al umbral fue de 5.91 g (Tabla 8) y a los 20 ciclos fue de 5.92 g (Tabla 9). La diferencia entre el peso de las tabletas para ambas secuencias no fue estadísticamente significativa ( $p=0.953$ ) (Tabla 7). La pérdida de material en la secuencia al umbral fue de 0.15 gramos correspondiente a 2.4% del peso original (Tabla 8) y en la secuencia de los 20 ciclos fue de 0.13 g correspondiente a 2.2% (Tabla 9). La diferencia entre ambas no fue estadísticamente significativa ( $p=0.721$ ) (Tabla 7).

Se procedió a analizar las diferencias entre hombres y mujeres. En la tabla 10 podemos observar que para las variables dureza de las tabletas al umbral, dureza de las tabletas a los 20 ciclos, TMP al umbral y a los 20 ciclos, así como para ADP al umbral y a los 20 ciclos, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo en la tabla 11 podemos ver que el TMP al umbral para los hombres fue de 1.68 g (media, 1.25 g /mediana) y para las mujeres fue de 1.54 g (media, 1.54 la mediana) y a los 20 ciclos el TMP para los hombres fue de 1.59 g (media, 1.45 g /mediana) y para las mujeres fue de 1.73 g (media, 1.42 la mediana). En la tabla 11 también podemos ver que la ADP al umbral para los hombres fue de 2.26 (media, 1.60 /mediana) y para las mujeres fue de 2.13 (media, 1.62 la mediana) y a los 20 ciclos la ADP para los hombres fue de 1.44 (media, 1.45 /mediana) y para las mujeres fue de 2.76 (media, 1.63 la mediana).

En relación a la duración de las 5 secuencias al umbral (Tabla 12) en hombres fue de 99.4 seg (media, mediana 90 seg) y en mujeres fue de 133 seg (media, 118 seg mediana). En relación a las 5 secuencias de 20 ciclos la duración total en hombres fue de 87 seg (media, mediana 80 seg) y en mujeres fue de 85.2 seg (media, 81 seg mediana). El número de ciclos para



llegar al umbral fue de 117.2 en hombres (media, 89 mediana) y de 163.4 en mujeres (media, 145 mediana) (Tabla 12).

**Tabla 1. Descripción de edad y sexo de los sujetos de estudio**

	N Estadístico	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media Estadístico	Desv. típ. Estadístico	Varianza Estadístico	Asimetría		Curtosis	
							Estadístico	Error típico	Estadístico	Error típico
sexo	10	0	1	.50	.527	.278	.000	.687	-2.571	1.334
edad	10	19	25	22.50	2.506	6.278	-	.687	-1.727	1.334
N válido (según lista)	10									

**Tabla 2. Comparación de la edad (Prueba T para muestras independientes) entre hombres y mujeres.**

**Prueba de muestras independientes**

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig. Superior	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
edad	.615	.455	.609	8	.560	1.000	1.643	-2.789	4.789
			.609	7.735	.560	1.000	1.643	-2.812	4.812

**Tabla 3. Comparación entre hombres y mujeres para la duración de secuencias al umbral y los 20 ciclos, número de ciclos requeridos para llegar al umbral y duración del ciclo (Prueba de Mann-Whitney).**

**Rangos**

	sexo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Durtotalumb	masculinos	5	5.00	25.00
	femeninos	5	6.00	30.00
	Total	10		
numcictotumb	masculinos	5	4.40	22.00
	femeninos	5	6.60	33.00
	Total	10		
durcicpromumbral	masculinos	5	6.20	31.00
	femeninos	5	4.80	24.00
	Total	10		
Durtot20cic	masculinos	5	5.30	26.50
	femeninos	5	5.70	28.50
	Total	10		
durcicprom	masculinos	5	5.30	26.50
	femeninos	5	5.70	28.50
	Total	10		

**Estadísticos de contraste (b)**

	Durtotalumb	numcictotumb	durcicprom umbral	Durtot20cic	durcicprom
U de Mann-Whitney	10.000	7.000	9.000	11.500	11.500
W de Wilcoxon	25.000	22.000	24.000	26.500	26.500
Z	-.522	-1.149	-.731	-.210	-.210
Sig. asintót. (bilateral)	.602	.251	.465	.834	.834
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.690(a)	.310(a)	.548(a)	.841(a)	.841(a)

a No corregidos para los empates.

b Variable de agrupación: sex

**Tabla 4. Comparación de las variables duración de la secuencia al umbral vs 20 ciclos, número de ciclos requeridos para llegar al umbral vs los 100 ciclos de las 5 secuencias de 20 ciclos, y duración del ciclos al umbral vs los 20 ciclos. (Prueba de Rangos de Wilcoxon)**

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Durtot20cic - Durtotalumb	Rangos negativos	7(a)	7.00	49.00
	Rangos positivos	3(b)	2.00	6.00
	Empates	0(c)		
	Total	10		
numcictot20 - numcictotumb	Rangos negativos	7(d)	6.71	47.00
	Rangos positivos	3(e)	2.67	8.00
	Empates	0(f)		
	Total	10		
durcicprom - durcicpromumbral	Rangos negativos	4(g)	4.25	17.00
	Rangos positivos	6(h)	6.33	38.00
	Empates	0(i)		
	Total	10		

**Estadísticos de contraste(c)**

	Durtot20cic - Durtotalumb	numcictot20 - numcictotumb	durcicprom - durcicpromumbral
Z	-2.191(a)	-1.988(a)	-1.070(b)
Sig. asintót. (bilateral)	.028	.047	.285

a Basado en los rangos positivos.

b Basado en los rangos negativos.

c Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

**Tabla 5. Descripción de las variables en relación a duración y número de ciclos para los 10 sujetos de estudio.**

**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Durtotalumb	10	56.000	266.000	116.20000	61.367382	3765.956
numcictotumb	10	84.00	275.00	140.3000	57.26168	3278.900
durcicpromumbral	10	.602	1.071	.80916	.148392	.022
Durtot20cic	10	65.000	112.000	86.10000	17.897548	320.322
durcicprom	10	.650	1.120	.86100	.178975	.032
N válido (según lista)	10					

**Tabla 6. Descripción de las variables en relación dureza, tamaño medio de la partícula y ADP**

**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
durezaumbral	10	62.00	64.20	63.1700	.74543	.556
dureza20ciclos	10	62.00	64.00	63.1900	.76949	.592
TMPumbral	10	.79	3.41	1.6054	.82463	.680
TMP20ciclos	10	1.19	3.16	1.6555	.56748	.322
ADPumbral	10	1.52	4.57	2.1926	1.03207	1.065
ADP20ciclos	10	1.18	7.53	2.0984	1.91798	3.679
N válido (según lista)	10					

Tabla 7. Descripción de las variables en relación a la dureza, TMP, ADP, peso original, porcentaje de pérdida en relación a 20 ciclos y al umbral para los 10 sujetos de estudio.

Wilcoxon

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
dureza20ciclos - durezaumbral	Rangos negativos	5(a)	4.70	23.50
	Rangos positivos	4(b)	5.38	21.50
	Empates	1(c)		
	Total	10		
TMP20ciclos - TMPumbral	Rangos negativos	3(d)	6.00	18.00
	Rangos positivos	7(e)	5.29	37.00
	Empates	0(f)		
	Total	10		
ADP20ciclos - ADPumbral	Rangos negativos	7(g)	5.14	36.00
	Rangos positivos	3(h)	6.33	19.00
	Empates	0(i)		
	Total	10		
pesoorig20 - pesoorigumbral	Rangos negativos	4(j)	5.75	23.00
	Rangos positivos	5(k)	4.40	22.00
	Empates	1(l)		
	Total	10		
porcentperd20 - porcenperdumbral	Rangos negativos	3(m)	8.00	24.00
	Rangos positivos	7(n)	4.43	31.00
	Empates	0(o)		
	Total	10		
perdida20 - perdidaumbral	Rangos negativos	3(p)	8.00	24.00
	Rangos positivos	7(q)	4.43	31.00
	Empates	0(r)		
	Total	10		

**Tabla 8 Descripción de las variables en relación al peso, perdida y porcentaje al umbral para los 10 sujetos de estudio.**

**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
pesototumbral	10	5.72	6.16	5.9087	.15071	.023
pesoorigumbral	10	5.90	6.24	6.0540	.12808	.016
perdidaumbral	10	.05	.34	.1453	.09134	.008
porcenperdumbral	10	.77	5.69	2.3977	1.49866	2.246
N válido (según lista)	10					

**Tabla 9 Descripción de las variables en relación peso, perdida y porcentaje a los 20 ciclos para los 10 sujetos de estudio.**

**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
pesotot20	10	5.75	6.46	5.9183	.20676	.043
pesoorig20	10	5.90	6.50	6.0480	.16904	.029
perdida20	10	.02	.24	.1297	.06661	.004
porcentperd20	10	.36	3.92	2.1568	1.11804	1.250
N válido (según lista)	10					

Tabla 10. Descripción de las variables en relación a dureza, TMP, ADP en relación a los al umbral y a los 20 ciclos para los 10 sujetos de estudio.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	sexo	N	Rango promedio	Suma de rangos
durezaumbral	masculinos	5	6.00	30.00
	femeninos	5	5.00	25.00
	Total	10		
dureza20ciclos	masculinos	5	6.90	34.50
	femeninos	5	4.10	20.50
	Total	10		
TMPumbral	masculinos	5	5.60	28.00
	femeninos	5	5.40	27.00
	Total	10		
TMP20ciclos	masculinos	5	6.20	31.00
	femeninos	5	4.80	24.00
	Total	10		
ADPumbral	masculinos	5	5.80	29.00
	femeninos	5	5.20	26.00
	Total	10		
ADP20ciclos	masculinos	5	4.20	21.00
	femeninos	5	6.80	34.00
	Total	10		

Estadísticos de contraste

	durezaumbral	dureza20ciclos	TMPumbral	TMP20ciclos	ADPumbral	ADP20ciclos
U de Mann-Whitney	10.000	5.500	12.000	9.000	11.000	6.000
W de Wilcoxon	25.000	20.500	27.000	24.000	26.000	21.000
Z	-.524	-1.476	-.104	-.731	-.313	-1.358
Sig. asintót. (bilateral)	.600	.140	.917	.465	.754	.175
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.690(a)	.151(a)	1.000(a)	.548(a)	.841(a)	.222(a)

a No corregidos para los empates.

b Variable de agrupación: sexo



**Tabla 11. Comparación entre hombres y mujeres las variables en relación a TMPumbral y ADP y a los ciclos para los 10 sujetos de estudio.**

**Resumen de procesamiento de los casos.**

**Descriptivos**

sexo			Estadístico	Error típ.
TMPumbral	masculinos	Media	1.6768	.44027
		Intervalo de confianza para la media al 95%	.4544	
		Límite inferior		
		Límite superior	2.8992	
		Mediana	1.2490	
	femeninos	Varianza	.969	
		Desv. típ.	.98446	
		Media	1.5340	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	.6147	
		Límite inferior		
Límite superior	2.4533			
Mediana	1.5360			
Varianza	.548			
TMP20ciclos	masculinos	Media	1.5864	.10246
		Intervalo de confianza para la media al 95%	1.3019	
		Límite inferior		
		Límite superior	1.8709	
	femeninos	Mediana	1.4500	
		Varianza	.052	
		Media	1.7246	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	.7158	
Límite inferior				
Límite superior	2.7334			
Mediana	1.4190			
Varianza	.660			
ADPumbral	masculinos	Media	2.2580	.58486
		Intervalo de confianza para la media al 95%	.6342	
		Límite inferior		
		Límite superior	3.8818	
	femeninos	Mediana	1.5900	
		Varianza	1.710	
		Media	2.1272	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	1.1066	
Límite inferior				
Límite superior	3.1478			
Mediana	1.6160			
Varianza	.676			
ADP20ciclos	masculinos	Media	1.4388	.08292
		Intervalo de confianza	1.2086	
Límite inferior				

		para la media al 95%	Límite superior	1.6690	
		Mediana		1.4530	
		Varianza		.034	
	femeninos	Media		2.7580	1.19624
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-5.633	
			Límite superior	6.0793	
		Mediana		1.6330	
		Varianza		7.155	

**12. TABLA Comparación de las variables duración total de las secuencias al umbral y 20 ciclos, duración promedio del ciclo al umbral y 20 ciclos y número de ciclos al umbral entre hombre y mujeres.**

	sexo			Estadístico	Error típ.
Durtotalumb	masculinos	Media		99.40000	18.594623
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	47.77305	
			Límite superior	151.02695	
	femeninos	Mediana		90.00000	
		Varianza		1728.800	
		Media		133.00000	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	36.50905		
		Límite superior	229.49095		
numcictotumb	masculinos	Mediana		118.00000	19.78232
		Varianza		6039.000	
		Media		117.2000	
	femeninos	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	62.2755	
			Límite superior	172.1245	
		Mediana		89.0000	
	Varianza		1956.700		
	Media		163.4000	28.58951	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	84.0228		
		Límite superior	242.7772		
		Mediana		145.0000	

durcicpromumbral	masculinos	Varianza		4086.800	
		Media		.84346	.071156
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	.64590 1.04103	
	femeninos	Mediana		.83333	
		Varianza		.025	
		Media		.77486	.065250
Durtot20cic	masculinos	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	.59370 .95603	
		Mediana		.81379	
		Varianza		.021	
	femeninos	Media		87.00000	10.119289
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	58.90435 115.09565	
		Mediana		80.00000	
durpromsec20	masculinos	Varianza		512.000	
		Media		85.20000	6.429619
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	67.34852 103.05148	
	femeninos	Mediana		81.00000	
		Varianza		206.700	
		Media		17.4000	2.02386
durpromsec20	masculinos	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	11.7809 23.0191	
		Mediana		16.0000	
		Varianza		20.480	
	femeninos	Media		17.0400	1.28592
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	13.4697 20.6103	
		Mediana		16.2000	
		Varianza		8.268	

---

---

## DISCUSIÓN

El estudio piloto realizado nos proporciona información descriptiva valiosa en relación a estudios de desempeño masticatorio con un alimento prueba artificial de silicona por condensación (Optosil Comfort®) en adultos jóvenes con una oclusión que puede considerarse “normal”.

La duración del ciclo tanto en la secuencia al umbral como a los 20 ciclos es de aproximadamente 835 milisegundos. La duración de un ciclo masticando goma de mascar en adultos ha sido reportada en 910 milisegundos <sup>(10)</sup>. Existe mucha variabilidad alrededor de la duración de un ciclo entre individuos <sup>(10)</sup> sin embargo en relativamente constante en el individuo al masticar diferentes alimentos <sup>(38,39)</sup>. Debemos considerar que en nuestro estudio el cálculo de la duración del ciclo se hizo con un cronómetro deportivo. Este sistema introduce mayor nivel de error que cuando se hace con un sistema automatizado. La variabilidad en este caso expresada como coeficiente de variación es de aproximadamente de 20%.

En este estudio se analizaron las variables de interés en dos secuencias. Una al umbral que consiste en seguir la secuencia hasta el momento de deglutir o en que se deglutirían los alimentos. La otra secuencia fue a los 20 ciclos que es la que generalmente es estudiada al analizar el desempeño masticatorio <sup>(40)</sup>. Es interesante notar que la duración de la secuencia al umbral fue mayor que a los 20 ciclos y que el número de ciclos promedio para llegar al umbral fue de 28, sin embargo al analizar la base de datos se pudo observar que mientras que un sujeto tardó 11 segundos en una secuencia al umbral con 17 ciclos otro sujeto tardó 53 segundos con 55 ciclos. Esto nos indica dos cosas, en primer lugar que hay una amplia variabilidad en relación a duración y al número de ciclos requeridos para llegar al umbral y en segundo lugar que mientras que unos sujetos masticaron el alimento prueba durante menos de 20 ciclos al umbral, otros utilizaron más del doble de los 20 ciclos para llegar al umbral. De hecho 3

---

individuos utilizaron menos de 20 ciclos en promedio para llegar al umbral, mientras que los otros 7 individuos utilizaron más de 22 ciclos. De esta manera a pesar de que los resultados indican que la duración de la secuencia al umbral y el número de ciclos para llegar al umbral fue mayor que en las secuencias a los 20 ciclos al tomar al grupo en conjunto hubieron sus excepciones.

En este estudio el desempeño masticatorio fue mayor al umbral que a los 20 ciclos. Esto concuerda con la literatura ya que se ha visto que 20 ciclos masticatorios es un número adecuado de ciclos para distinguir la capacidad de la función masticatoria para triturar el alimento <sup>(42)</sup>.

El desempeño masticatorio es descrito en este estudio en base al TMP y a la ADP. El TMP promedio a los 20 ciclos es de 1.66 mm a los 20 ciclos y 1.61mm al umbral y la ADP es de 2.1 a los 20 ciclos y 2.2 al umbral. En el estudio de Toro <sup>(40)</sup> donde evaluaron el desempeño masticatorio con el mismo alimento prueba el TMP en una secuencia de 20 ciclos en los niños del grupo de 6 años de edad fue de  $4.20 \pm 0.54$  mm y la ADP a los 20 ciclos masticatorios fue de 5.3. Esto concuerda con la literatura en cuanto a que el desempeño masticatorio es menor en adultos que en niños. EL TMP en adultos fue de 2.6 en un estudio realizado por Julien et al, 1996 <sup>(41)</sup>.

Existen diferentes elementos que influyen en el desempeño masticatorio. Se ha encontrado que una disminución en el número de dientes presentes en cavidad bucal disminuye el desempeño masticatorio <sup>(44,31,18,46)</sup>. Así mismo influyen la cantidad y el área de contacto oclusal durante la masticación <sup>(17,41)</sup>. Otro de los factores que influyen en la fuerza oclusal la cual es claramente mayor en adultos que en niños <sup>(41)</sup>.

El desempeño masticatorio depende no solo de la fuerza y el área de contacto para el rompimiento en sí de las partículas, depende también del proceso de selección <sup>(48)</sup> que es el responsable de la colocación del alimento

---

sobre las superficies trituradoras La probabilidad de que una partícula sea seleccionada disminuye conforme la partícula es más pequeña <sup>(50)</sup> .

En varios estudios se ha reportado menor desempeño masticatorio en mujeres que en hombres <sup>(41,50)</sup> posiblemente relacionado a que los hombres tienen mayor fuerza oclusal máxima. En la secuencia de 20 ciclos donde existe la restricción del número de ciclos, el desempeño masticatorio en mujeres en términos generales es menor en base a las diferencias en TMP y ADP como se observa en este estudio. Sin embargo, al analizar lo referente a la secuencia al umbral aunque la diferencia en la duración de la secuencia y el número de ciclos no fueron estadísticamente significativas si podemos observar que la duración total de las secuencias fue mayor al utilizar un mayor número de ciclos para llegar al umbral.

En relación al desempeño masticatorio al umbral vemos que en realidad el desempeño puede considerarse mejor en las mujeres que en hombres ya que ellas tienen un TMP ligeramente menor y una amplitud ligeramente mayor. Esto indica que efectivamente la constitución geométrica del sistema y la fuerza hagan que el sistema sea más eficiente en fragmentar el alimento en hombres al evaluar a 20 ciclos pero que en realidad las mujeres no degluten sus alimentos con menor grado de fragmentación que los hombres. Sería interesante ver si esta compensación ocurre por ejemplo en personas a las que les faltan dientes posteriores aunque hay reportes de que a pesar de que aumenta el número de ciclos no compensan lo suficiente y degluten su alimento menos fragmentado <sup>(29,51)</sup> .

Es importante considerar que este método parece adecuado y seguro para evaluar el desempeño masticatorio. Independientemente de que se sabe que en el caso de deglutir la silicona ésta es eliminada a través de las heces fecales, el hecho de que únicamente se haya perdido aproximadamente 2.3% del material nos da una buena idea de la seguridad. Además ese 2.3% perdido no necesariamente indica que ese material fue ingerido sino que se pudo perder al escupirse, o al tamizarse y pesarse. Esta

---

cifra es semejante a la de un estudio en niños de 3 a 5.5 años de edad donde al final de la prueba de desempeño masticatorio se pudo recuperar el 94-98% del material. <sup>(42)</sup>

---

---

## CONCLUSIONES

La importancia de este estudio piloto realizado como proyecto determina en haber proporcionado información importante a tomar en cuenta para estudios posteriores en relación a la función masticatoria. Es muy importante sistematizar el proceso limitar la variabilidad. El haber evaluado el desempeño masticatorio en 10 sujetos jóvenes con oclusión “ normal ” permitió estudiar y comprender mejor el complejo proceso de la masticación que a pesar de ser una función muy importante para los seres humanos no se estudia suficiente durante la carrera de odontología

Existe mucha variabilidad en relación al desempeño masticatorio y en relación al número de ciclos requeridos para llegar al umbral y la duración de los ciclos masticatorios por lo que se requieren números grandes para estudios sobre masticación.

La evaluación de la función masticatoria puede realizarse adecuadamente con alimentos sintéticos como el utilizado en este estudio. Este método es seguro y relativamente fácil de realizar.

Es conveniente incluir proporciones iguales de hombres y mujeres en estos estudios.



---

---

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Okeson P. J Oclusión y Afecciones Temporomandíbulares.5 edición, Madrid Barcelona. Editorial Elsevier Libros. 2003.
2. Miyamaki S, Onkochi N, kawakami T, Sugimura M. Changes in masticatory muscle activity according to food size in experimental human mastication. J oral Rehabilitation 2001 28:8,778-774.
3. Shiga H, Stohler CS, Kobayashi Y. The effect of bolus size on the chewing cycle in humans. Odontology. 2001 Nov;89(1):49-53
4. Bhatka R, Throckmorton GS, Wintergerst AM, Hutchins B, Buschang PH. Bolus size and unilateral chewing cycle kinematics. Arch Oral Biol. 2004 Jul;49(7):559-66.
5. Angeles F. Nuño A, Alfaro P, C, Development and application of Reflesodent in cualitative functional evaluation of chewing control in patients with temporomandibular joint dysfunction and control grup; Archives of medical research 2000:31: 197-201.
6. Ash Major. M. Oclusión. 4 edición. México. Editorial McGraw-Hill interamericana 1996.
7. Steiner J.E. Mineman. J and Litman A. Time sequence of the activity of temporal and masseter muscles in healthy Young human adults during habitual chewing of different test foods. Arch. Oral Biol., 19:29, 1974.
8. Bates, J.F Stafford G.D and Harrison, A. Masticatory function arevie of literature. II Speed of movement of mandible, rate of chewing and forces developed in chewing. J Oral Rehabilitation 2:349, 1975.
9. Nanda S. The development basis of occlusion and malocclusion. Chicago Auintessence Pub 1983; 52-59.
10. Wintergerst AM, Buschang PH, Trockmorton GS. Reducing within-subject variation in chewing cycle kinematics: a statiscal approach. Arch Oral Biol 2004;49:991-100.

11. van der Bilt A, Fontijn-Tekamp FA. Comparison of single and multiple sieve methods for the determination of masticatory performance. *Arch Oral Biol.* 2004; 49(2):155-60.
12. Hayakawa I, Watanabe I, Hirano S, Nagao M, Seki T. A simple method for evaluating masticatory performance using a color- changeable chewing gum. *Int J Prosthodont* 1998; 11:173-176.
13. Prinz JF. Quantitative evaluation of the effect of bolus size and number of chewing strokes on the intra-oral mixing of a two-colour chewing gum. *J Oral Rehabil* 1999; 26:243-247.
14. Käyser AF, Hoeven v. Colorimetric determination of the masticatory performance. *J Oral Rehabil* 1977; 4:145-148.
15. Masuda G, Fuiyama N, Koga I. 1981. The new method of measuring masticatory performance using spectrophotometer with ATP granules. I. Evaluation of measuring methods and materials. *J Japan Stomatologic Society*; 30: 103.
16. Edlund J, Lamm CJ. 1980 Masticatory Efficiency. *J Oral Rehab* 7: 123-130.
17. Van der Bilt A, Olthoff LW, Bosman F, Oosterhaven SP. Chewing performance before and after rehabilitation of post-canine teeth in man. *J Dent Res.* 1994 Nov;73(11):1677-83.
18. Lucas PW, Luke DA. Optimum mouthful for food comminution in human mastication. *Arch Oral Biol.* 1984;29(3):205-10.
19. Manly RS, Braley LC. Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res.* 1950 Aug;29(4):448-62.
20. Buschang PH, Throckmorton GS, Travers KH, Johnson G. The effects of bolus size and chewing rate on masticatory performance with artificial test foods. *J Oral Rehabil.* 1997;24(7):522-6.
21. Wintergerst AM, Throckmorton GS, Buschang PH. Effects of bolus size and hardness on within-subject variability of chewing cycle kinematics. *Arch Oral Biol.* 2008 Apr;53(4):369-75. Epub 2008 Feb 21.

- 
22. Olthoff LW, Van der Bilt A, Bosman F, Kleizen HH. 1984. Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Arch Oral Biol*; 29: 899-903.
  23. van der Bilt A, Olthoff LW, van der Glas HW, van der Weelen K, Bosman F. A mathematical description of the comminution of food during mastication in man. *Arch Oral Biol* 1987; 32:579-586.
  24. Omar M, McEwen D, Ogston A. 1987. A test for occlusal function. The value of a masticatory efficiency test in the assessment of occlusal function. *Br J Orthod* 14: 85-90
  25. Slagter AP, Olthoff LW, Steen WHA, Bosman F. 1992. Comminution of food by complete-denture wearers. *J Dent Res*; 71: 380-386.
  26. Yurkstas A. and Manly R.S 1949. Measurement of occlusal contact area effective in mastication. *Am. J. Orthod.* 35, 1985-195.
  27. Yurkstas A. and Manly R.S. 1950 Value of different test foods in estimating masticatory ability. *J. appl. Physiol.* 3, 45-53.
  28. Manly R.S 1951. Masticatory function of children with malocclusion. *J. dent. Res.* 30, 474-478.
  29. Shiere FR, Manly RS. 1952. The effect of the changing dentition on masticatory function. *J Dent Res.* 31: 526-534.
  30. Yurkstas AA, 1965. The masticatory Act. A Review. *J Pros Dent* 15: 248-262
  31. Lambrecht JR. 1965. The influence of occlusal contact area on chewing performance. *J Prosth Dent* 15: 444-450
  32. Astrand P. 1974. Chewing efficiency before and after surgical correction of developmental deformities of the jaws. *Swed. Dent. J.* 67, 135-146.
  33. Helkimo E. Carson G.E and Helkimo M. 1978. Chewing efficiency and state of dentition. A methodological study. *Acta. Odont. Scand* 36, 33-41.

- 
34. Haroldson T. and Carlsson G.E. 1979. Chewing efficiency in patients with osseointegrated oral implant bridges. *Swed. Dent. J.* 3, 183-191.
  35. Edlum J. and Lamm C.J. 1980. Masticatory efficiency. *J. oral rehab.* 7 123-130.
  36. Albert TE, Buschang PH, Throckmorton GS. 2003. Masticatory performance: a protocol for standardized production of an artificial test food. *J Oral Rehab* 30:720-722.
  37. Rosin P, Rammler E. 1933. Gesetzmassigkeiten in der Kornzusammensetzung des zementes. *Zement*; 31: 427-433.
  38. Horio T, Kawamura Y. Effects of texture of food on chewing patterns in the human subject. *J Oral Rehabil.* 1989 Mar;16(2):177-83.
  39. Hiiemae K, Heath MR, Heath G, Kazazoglu E, Murray J, Sapper D, Hamblett K. Natural bites, food consistency and feeding behaviour in man. *Arch Oral Biol.* 1996 Feb;41(2):175-89.
  40. Toro A, Buschang PH, Throckmorton G, Roldán S. Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. : *Eur J Orthod.* 2006 Apr;28(2):112-9. Epub 2005 Nov 41.
  41. Julien KC, Buschang PH, Throckmorton GS, Dechow PC. Normal masticatory performance in young adults and children. *Arch Oral Biol.* 1996 Jan;41(1):69-75.
  42. Duarte MB, Raymundo VG, Sobrinho LC. Masticatory efficiency in children with primary dentition. *Pediatr Dent* 2001; 23:499-505.
  43. Wayler AH, Muench ME, Kapur KK, Chauncey HH. 1984. Masticatory performance and food acceptability in persons with removable partial dentures, full dentures and intact natural dentition. *J Geront* 39: 284-9
  44. Yurkstas AA, Emerson WH. 1964. Dietary selection of persons with natural and artificial teeth. *J Prosthet Dent* 14: 695-697

45. Luke DA, Lucas PW. Chewing efficiency in relation to occlusal and other variations in the natural human dentition. *Br Dent J.* 1985 Dec 21;159(12):401-3.
46. Bourdiol P, Mioche L. 2000. Correlations between functional and occlusal tooth-surface areas and food texture during natural chewing sequences in humans. *Arch. Oral Biol* 45: 691-699
47. Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J. 2002. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 121:602-9
48. van der Glas HW, van der Bilt A, Olthoff LW, Bosman F. Measurement of selection chances and breakage functions during chewing in man. *J Dent Res* 1987; 66:1547-1550.
49. K. C. JULIEN, P. H. BUSCHANG,\* G. S. THROCKMORTON and P. C. DECHOW. Normal masticatory performance in young adults and children *Archs oral Biol.* Vol. 41, No. 1, pp. 69-75, 1996
50. Wilding R. J. C. and Lewin A. (1994) The determination of optimal human jaw movements based on their association with chewing performance. *Archs oral Biol.* 39, 333-343.
51. Shiere F. R. and Manly R. S. (1951) The influence of the changing dentition on masticatory function. *J. dent. Res.* **30**, 474-480.

## ANEXO

### DESEMPEÑO MASTICATORIO

NOMBRE: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_

SEXO: \_\_\_\_\_

#### MASTICACIÓN AL UMBRAL

	1	2	3	4	5	TOTAL		
DURACIÓN SEGUNDOS							DURACIÓN SEGUNDOS	
# CICLOS							# CICLOS	

#### MASTICACIÓN AL UMBRAL PESO TOTAL

	5.6	4.0	2.8	2.0	0.850	0.425	0.250	TOTAL	
PESO TOTAL									
PESO ORIGINAL									

#### MASTICACIÓN A LOS 20 CICLOS

	1	2	3	4	5	TOTAL		
DURACIÓN SEGUNDOS							DURACIÓN SEGUNDOS	
# CICLOS	20	20	20	20	20	100	# CICLOS	

#### MASTICACIÓN A LOS 20 CICLOS PESO TOTAL

	5.6	4.0	2.8	2.0	0.850	0.425	0.250	TOTAL	
PESO TOTAL									
PESO ORIGINAL									